

## **A csíraszám és a biológiai aktivitás dinamikája sterilizált majd rekolonizált talajmintákban**

TIMÁR M. ÉVA

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest*

A talajok mikroflórájára a különböző fajok aktív vagy inaktív populációinak egyidejű jelenléte, a nagyfokú taxonómiai diverzitás jellemző.

Az egyes fajok túlnyomó többsége, legalábbis laboratóriumi körülmények között tiszta tenyészetekben tanulmányozva, az élettani-biokémiai teljesítőképesség széles skáláival rendelkezik.

Feltehető, hogy a taxonómiai diverzitás létrejöttében döntő szerepet játszanak a talajoknak mind időben, mind térben szokatlanul változó, fizikokémiai tulajdonságaiban rendkívül heterogén mikrohabitatjaiban lejátszódó és új fajok kialakulásához vezető karakter-eltolódási folyamatok [4]. Emellett az is tény, hogy a talaj, mint környezet, az új változatok, anyagszeretípusok vagy mutánsok számára bizonyos védelmet nyújt a biotikus és abiotikus letális hatások ellen [5], így ezek fennmaradásának, a lokális populációk túlélésének az esélye nagyobb. A nagyfokú faji diverzitás és ezzel együtt a széles skálájú élettani teljesítőképesség jelentőségét a talaj mikroflórának a bioszférában elfoglalt anyagforgalmi funkciója és a szerves maradványok mineralizációja szempontjából kevésbé ismerjük. A civilizációs hatások a természetestől kisebb vagy nagyobb mértékben eltérő és sok esetben a mikroflórára élettanilag kedvezőtlen körülmények kialakulását eredményezhetik a talajban. Kérdéses, hogy ezek a hatások a faji diverzitást hogyan befolyásolják és ezzel együtt a talajban végbemenő biológiai mineralizációs tevékenység minőségi és mennyiségi mutatóit miként változtatják meg.

Különösen aktuális ez a kérdés a talajokba vagy vizekbe kerülő, a természetestől mennyiségi vagy minőségi szempontból eltérő hulladékok hatásának megítéléséhez és a biocidok alkalmazásának biztonságos elbírálásához.

Vizsgálataink során, egyrészt a nagyfokú faji diverzitás szélsőséges ellentétékként monokultúrákkal, másrészt komplex vegyes mikroflórával rekolonizált előzőleg hővel sterilizált talajminták csíraszám változásait és biológiai aktivitását hasonlítottuk össze.

### **Anyag és módszer**

A vizsgálatokhoz csernozjom barna erdőtalaj felső 20 cm-es rétegéből származó talajmintát használtunk. A talaj jellemző tulajdonságait korábban közöltük [4].

A légszáraz talaj 100 g-os mennyiségeit kúpos lombikokba osztottuk szét és az alábbi kezelésekre vetettük alá:

- I. Az eredeti komplex mikroflórával is rekolonizált minták: a talajt sterilizáltuk, majd a kezeletlen talajból készített szuszpenzióval, plusz a vizsgálathoz vont mikroba tiszta tenyészetének szuszpenziójával inokuláltuk a sterilizált talajmintát.
- II. Csak tiszta tenyészzel rekolonizált minták: a steril talajt a vizsgálathoz vont fajok tiszta tenyészeinek vizes szuszpenzióival inokuláltuk, aseptikus körülmények között.
- III. Kontroll minták: 1. Légszáraz talaj nedvesítve; 2. Sterilizált talajminta; 3. A talajmintának megfelelő súlyú sterilizált kvarchomok.

*A talajminták sterilizálása.* — A lombikokba mért 100 g-nyi talajmintákat desztillált vízzel nedvesítettük meg, vattadugóval zártuk és 2 atm. nyomáson 60 percig autoklávoztuk.

Egyidejű rekolonizáció tiszta tenyészzel és komplex talajmikroflórával: a sterilizált talajmintákhoz 20 percig rázatott, 1:10 arányú vizes talajszuszpenzióból 5 ml-t, valamint a kérdéses tiszta tenyészet szuszpenziójából ugyancsak 5 ml-t adtunk.

Rekolonizáció csak tiszta tenyészzel: az előzőekben már leírt módon, de csak tiszta tenyészzel reinokuláltunk.

A rekolonizáció után a minták víztartalmát steril desztillált vízzel egységesen a  $VK_{max}$  60%-ára állítottuk be. A kísérleti idő alatt az elpárolgott vizet aseptikus körülmények között rendszeresen pótoltuk.

*Rekolonizálásnál felhasznált törzsek.* — *Bacillus megaterium*. Az általunk izolált törzs laboratóriumi jele S 111. A vizsgált talajból készített tápagar lemezekeken nagy gyakorisággal fordulnak elő ennek a fajnak kolóniái.

Morfológiai és élettani tulajdonságainak rövid leírása: Telepei keményítőt tartalmazó táptalajon 1–3 cm átmérőjűek, nyálkásak, Nutrien agaron a telepek laposak, szálas szegélyűek.

A sejtek mérete:  $1,4 - 2,8 \cdot 2,8 - 5,6 \mu m$ , a spórák  $0,8 \cdot 2,1 \mu m$  nagyságúak. A fiatal tenyészetek mikroszkópos képe egységes, a vegetatív sejtek Gram-szerint pozitívan festődnek. Idősebb tenyészetek sejtjei néha duzzadtak, gömbölyű vagy citrom formához hasonlóak és Gram-szerint vegyesen festődnek.

A sejtek szuszpenziói 80 °C-on, 10 perces forralást is túlélnek. Glükózt, xylózt, arabinózt, maltózt, mannitot egyedüli C-forrásként jól hasznosít. Maltóz kivételével, brómkrezolbitor indikátorral mérve a felsorolt szénforrásokon savat képez. Gázképzés nem tapasztalható. Keményítőt hidrolizál, Voges-Proskauer és metilvörös teszt negatív. Nitrátból nem képez nitritet. A lecitint és zselatint bontja. 38 és 28 °C-on jól nő, 6 °C-on növekedése vontatott.

Az alant felsorolt és vizsgálathoz vont törzsek adatai a hivatkozott irodalomban találhatóak meg: *Agrobacterium tumefaciens* 17/4 jelű törzse; SÜLE [3] izolálta szőlőről. *Fusarium solani* 22/114 jelű törzse; HORNOK [2] 1963-ban talajból izolálta. *Arthrobacter tumescens* ATCC 6947 jelű [1] és *Streptomyces griseus* ATCC 10137 jelű [1] törzseit intézetünk törzsgyűjteményéből vettük.

Tápanyag viszonyok változása az inkubációs idő folyamán: Az inkubáció első szakaszában csak a talaj eredeti tápanyagkészlete, illetve a sterilizálás ha-

tására felszabaduló tápanyagok, míg az inkubációs idő második szakaszában a mintákhoz adott 50 mg glükóz/10 g talaj is felhasználható volt a mikroflóra számára. Az *Agrobacterium*mal és a *Fusarium*mal végrehajtott vizsgálat esetében a 33. napon, a többi 3 fajnál a 23. napon történt a glükóz adagolása.

*Szendioxidképződés mérése.* — A lombikokban levő talajba a kísérlet beállításakor olyan csöveket süllyesztettünk, melyekbe időszakonként lúgot tartalmazó kis edényeket helyeztünk el és tartottunk bent a kísérlet 1—2, 8—9, 16—17, 21—22 és 29—30 napjain. Ezen időszak alatt az edényeket záró vattadugókat gumidugóval cseréltük fel. A lúgot tartalmazó edények cseréje steril eszközökkel és aszeptikus körülmények között történt. Az abszorbeálódott széndioxid mennyiséget titrimetriás módszerrel határoztuk meg.

A talajt tartalmazó edények légteréből, illetve a csak sterilizált, de nem rekolonizált talajmintából származó széndioxid mennyisége a kezelések hatására képződő mennyiséghez viszonyítva elhanyagolhatóan alacsony volt, átlagban 0,06 mg CO<sub>2</sub>/10 g talaj érték körül mozgott, ezért ezeket az eredmények értékelésekor nem vettük figyelembe.

A széndioxid mennyiségek a *Fusarium*mal és *Agrobacterium*mal végzett kísérleteknél öt párhuzamos minta, az *Arthrobacter*, *Streptomyces* és *Bacillus* fajok esetében három párhuzamos minta átlagértékeit tükrözik.

*Csíraszám meghatározások.* — A 48 órás időtartamú széndioxid mérések befejező időpontjában, aszeptikus körülmények között mindegyik kezelésből 2-szer 1 g körüli talajt vettünk ki. Mindkét al minta súlyát megmértük, majd az egyikből — hígítási lemezöntés segítségével — meghatároztuk a csíraszámot, a másikból szárítás és újbóli súlymérés után a nedvességtartalmat. A lemezöntések burgonya tápagaron történtek, ennek összetétele: burgonyapehely 10 g; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 g; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0,5 g; NaCl 2,0 g; agar 20 g; víz 1000 ml. Sterilizálás 1,5 atm. nyomáson 20 perc.

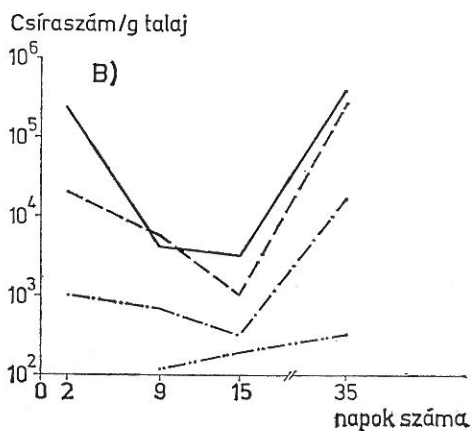
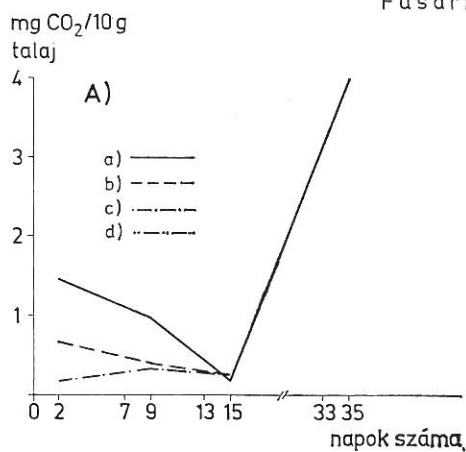
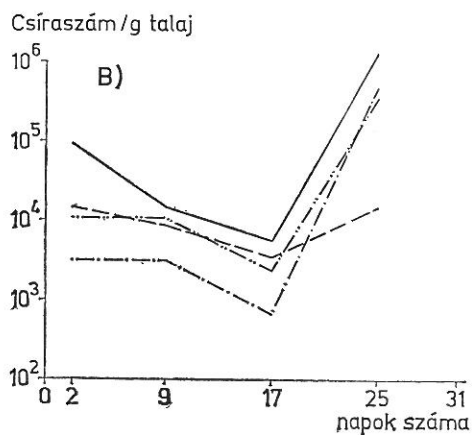
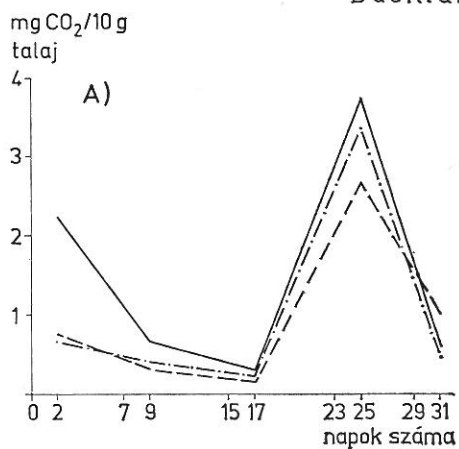
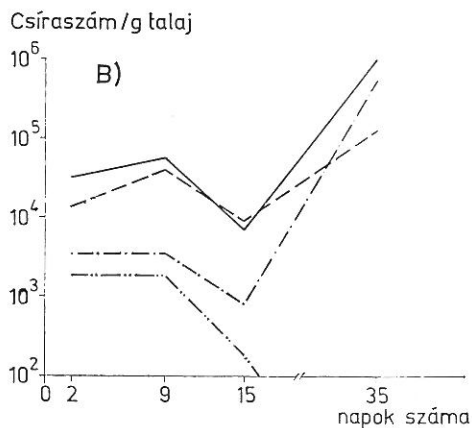
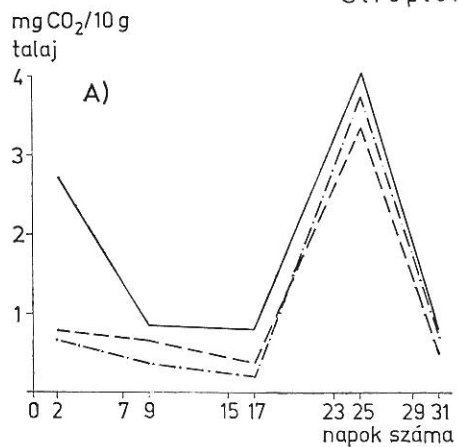
A csíraszám meghatározásához a *Fusarium*mal és *Agrobacterium*mal végzett vizsgálatoknál a párhuzamos kezelések egyikéből vettünk ki mintát és az egyes hígításokból 2-szeres ismétléssel készítettünk lemezeket.

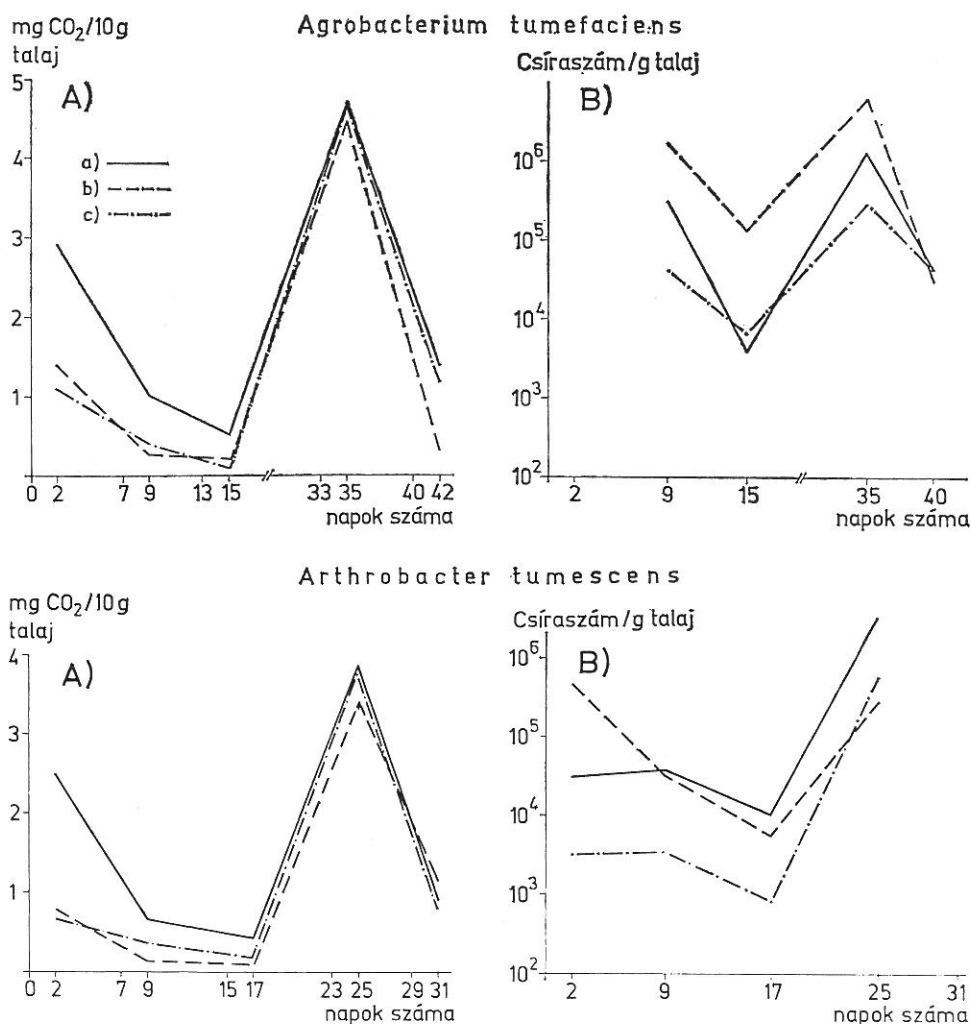
Az *Arthrobacter*, *Streptomyces* és *Bacillus* fajokkal végzett kísérleteknél a két párhuzamos kezelés mindegyikéből külön készítettünk hígítási sort és ezekből tápagarlemezeket. A csíraszámok az így kapott átlagértékeket tüntetik fel.

### Kísérleti eredmények és értékelésük

Az *Agrobacterium*, *Fusarium*, *Bacillus*, *Arthrobacter* és *Streptomyces* fajokkal végrehajtott vizsgálatok eredményei az 1. ábrán láthatók. A széndioxid képződés mennyiségeit az A)-val, a csíraszámok alakulását a különböző időpontokban a B)-vel jelölt ábrákon tüntettük fel.

Az a) jelű görbék a komplex talajflórával plusz a kérdéses monokultúrával együttesen, a b) jelű görbék csak a monokultúrával reinokulált steril talajminták és a c) jelű görbék a nem sterilizált, csak nedvesített talaj esetében kapott kísérleti adatokat tüntetik fel. A *Fusarium*, *Bacillus* és *Streptomyces* fajoknál a d) jelű görbék a komplex talajflórával és a kérdéses monokultú-

*Fusarium solani**Bacillus megaterium**Streptomyces griseus*



1. ábra

$\text{CO}_2$  képződés és csíraszám változás dinamikája. A) 48 órás időközök alatt képződött széndioxid mennyiség. B) Csíraszám változás a kísérleti időben. a) Sterilizált talajminta, rekolonizálás: a monokultúrát is tartalmazó talajszuszpenzióval. b) Sterilizált talajminta rekolonizálás a monokultúrával. c) Nem sterilizált, nedvesített talajminta. d) A monokultúrát is tartalmazó komplex talajflórával rekolonizált mintában a monokultúra csíraszám.

rával együttesen rekolonizált mintákban a monokultúra csíraszám változását reprezentálják.

Az ábrákon feltüntetett átlagértékek az 1. táblázatban közölt szignifikancia határok között értékelhetők  $\text{SzD}_{5\%}$ -on.

A csíraszám változásokat bemutató ábrákon (B) látható, hogy a talaj sterilizálásának következtében felszabaduló, valamint az inkubációs idő más-

## 1. táblázat

Az 1. ábrán feltüntetett mérési eredmények  $SzD_{5\%}$  értékei az egyes időpontokban

(1) Vizsgált fajok						
Agrobacterium		Fusarium	Bacillus,		Arthrobacter,	Streptomyces
(2) Vizsgálati idő, nap	(3) CO <sub>2</sub> mg/10 g talaj		(2) Vizsgálati idő, nap	(3) CO <sub>2</sub> mg/10 g talaj	(4) Vizsgálati idő- pont, nap	(5) Csíraszám, db
0.— 2.	0,15	0,16	0.— 2.	0,13	2.	496
7.— 9.	0,07	0,07	7.— 9.	0,06	9.	246
13.— 15.	0,07	0,10	13.— 15.	0,08	15.	265
33.— 35.	0,18	0,17	19.— 21.	0,22	21.	651
42.— 44.	0,11		23.— 25.	0,13	25.	386

dik felében a glükóz adagolás nyomán megnőtt tápanyag mennyiségek hatása jól követhető a csíraszámok változását reprezentáló görbékben, minden vizsgálatba vont faj és mindegyik kezelés esetében.

Az *Agrobacterium*mal végzett kísérletek kivételével — a komplex talajflórával, valamint másik kezelésként monokultúrával reinkulált talajok csíraszámában a tápanyag bőség időszakában a legnagyobbak a különbségek, az inkubáció más időpontjaiban ezek az értékek közelítenek egymáshoz, vagy azonosak. A monokultúráként felhasznált fajtól függően azonban a kétféle kezelés csíraszámjai közötti eltérések változnak.

Az *Arthrobacter*rel végzett kísérletek esetében a monokultúrával benépesített, előzőleg sterilizált talaj csíraszámában, az inkubációs idő első mérési időpontjában (a kísérlet 48. órájában) magasabb, mint a komplex flórával rekolonizált mintáé. *Agrobacterium* esetében ez a jelenség minden mérési időpontban megállapítható volt. Hasonló vizsgálati eredményeket kaptunk korábban *Enterobacter cloacae*vel is [4]. Jelenlegi vizsgálatainknál a többi kísérletbe vont faj esetében a komplex flórával rekolonizált talajok csíraszámában meghaladta a monokultúrával beoltott talajokét.

A *Fusarium*, *Bacillus* és *Streptomyces* fajokkal végzett vizsgálatoknál a komplex talajflórával plusz az egyes monokultúrákkal rekolonizált talajmintákból készült tápagar lemezekben az ismert monokultúra telepeit biztonságosan el lehetett különíteni a talajból származó egyéb kolóniáktól. Így a vegyes flórán belül az említett három fajnál nyomon követhettük populáció nagyságuk változását (*d*) jelű görbék). A *d*) jelű és a csak a monokultúrával rekolonizált talajminták *b*) jelű görbéinek összehasonlításából látható, hogy a talaj eredeti komplex flórájának jelenlétében a törzsgyűjteményből származó *Fusarium* faj populáció nagysága nem változik jelentősen az inkubációs idő során:  $10^2$  csíraszám körül stagnál. Az ugyancsak törzsgyűjteményből származó *Streptomyces* fajnál hasonló a helyzet, a komplex flórával reinkulált talaj összes csíraszámában a glükóz adagolás hatására megnő. A monokultúrával rekolonizált talajokban — bár kisebb mértékben — szintén gyarapodik a tenyészet, de a komplex flórán belül a bevitt *Streptomyces griseus* populáció nagysága a 9. napig stagnál, majd a glükóz adagolást követően eliminálódik a talajmintából.

A vizsgált talajokban nagy gyakorisággal előforduló és innen izolált *Bacillus* faj jelenlétében kapott kísérleti eredmények eltérnek a törzsgyűjteményből származó fajoknál tapasztaltaktól. A komplex talajflórával együtt

talajbavitt *Bacillus* populációs részaránya növekedik az inkubációs idő folyamán, de a monokultúrával reinokulált talajban alacsony a csíraszám a glükóz adagolást követően.

A csíraszámok alakulásának ismerete önmagában azonban nem jelzi a mikroflóra anyagátalakító tevékenységének nagyságát, mert a lemezöntéses módszerrel egyrészt azok a sejtek is figyelembe vehetők, melyek az adott időpontban nyugvó állapotban vannak, másrészt a talajflóra egy része nem képez kolóniákat még az általunk használt komplex összetételű táptalajon sem. Ezért a komplex talajflóra és ennek szélsőséges ellentétéként a monokultúrák talajbeli viselkedésének összehasonlításánál szükségesnek látszott a csíraszámok alakulásával párhuzamosan az anyagcsere tevékenység nagyságát jelző széndioxid képződés mennyiségeit is figyelembe venni. Az 1/A ábrákon ezeket tüntettük fel, mint a komplex flóra (a) jelű görbék), mind a monokultúra (b) jelű görbék), valamint a nem sterilizált, csak nedvesített talaj (c) jelű görbék) jelenlétében. Ezeken az ábrákon is jól nyomon követhető a már említett tápanyag viszonyok változása a talajban az inkubációs idő folyamán.

A széndioxid mérések eredményei szerint azonban a kísérlet második napján a komplex flórával reinokulált talajok biológiai aktivitása minden esetben magasabb volt, mint a monokultúráknál; így az *Agrobacterium* és *Arthrobacterium* monokultúráinak jelenlétében megállapított magasabb csíraszámok azt jelentették, hogy a talajban inaktív állapotban levő sejtek képeztek kolóniákat a tápagarlemezeken.

Az inkubációs idő további mérési időpontjaiban a csíraszám értékekhez hasonlóan, a különböző módon reinokulált steril talajminták biológiai aktivitási értékei is közelítettek egymáshoz.

Glükóz adagolás hatására mind a monokultúra, mind a komplex mikroflóra jelenlétében az *Agrobacterium*mal és a *Fusarium*mal reinokulált és a csak nedvesített talajminták biológiai aktivitása azonos. *Streptomyces* és *Arthrobacter* esetében csak a komplex flóra jelenlétében azonos a képződött széndioxid mennyisége (talajflórával reinokulált és csak nedvesített talajmintáknál), de itt is csak néhány százalékkal kevesebb széndioxidot képeznek a monokultúrával benépesített talajok, mint a komplex flórával kezelték.

Glükóz adagolás után csak a *Bacillus megaterium* monokultúrával rekolonizált talaj biológiai aktivitása tért el nagyobb mértékben a komplex flóra jelenlétében tapasztalttól. A képződött  $\text{CO}_2$  mennyisége 41%-kal volt alacsonyabb, mint a vegyes mikroflórával mért.

Az adatokból megállapítható, hogy a komplex flóra összes csíraszám a tápanyag mennyiségével párhuzamosan változik a talajban, de a vizsgált monokultúrák populáció nagyságának részarányát a komplex flórán belül a többi faj jelenlétével kapcsolatos szabályozó folyamatok határozzák meg.

Az inkubációs idő folyamán viszonylagos tápanyagbőség jelenlétében a törzsgyűjteményből származó két faj populáció nagysága a komplex flóra jelenlétében stagnált vagy eliminálódott a talajból. Ezzel szemben a kísérletben felhasznált talajban nagy gyakorisággal előforduló, onnan izolált és a komplex flórával együttesen reinokulált *Bacillus* faj populációja az összes csíraszámmal párhuzamosan növekedett.

Sterilizált, majd monokultúrával reinokulált steril talajban a komplex flóra szabályozó hatásának hiányában a képződött, a biológiai aktivitást jelző széndioxid mennyisége — fajtól függően — azonos lehet a komplex flóra jelenlétében tapasztalttal.



### Összefoglalás

Vizsgálataink során egyrészt a nagyfokú faji diverzitás szélsőséges ellentéteként monokultúrákkal, másrészt komplex talajmikroflórával és egy monokultúrával rekolonizált, előzőleg autoklávban sterilizált talajminták csíraszám változásait és biológiai aktivitását hasonlítottuk össze.

Az adatokból megállapítható, hogy a komplex flóra összes csíraszám a tápanyag mennyiségével párhuzamosan változik a talajban, de a vizsgált monokultúrák populáció nagyságainak részarányát a komplex flórán belül a többi faj jelenlétével kapcsolatos szabályozó folyamatok határozzák meg.

Az inkubációs idő folyamán viszonylagos tápanyagbőség jelenlétében a törzsgyűjteményből származó két faj populáció nagysága komplex flóra jelenlétében stagnált vagy eliminálódott a talajból. Ezzel szemben a kísérletben felhasznált talajban nagy gyakorisággal előforduló, onnan izolált és a komplex flórával együttesen reinokulált *Bacillus* faj populációja az összes csíraszámmal párhuzamosan növekedett.

Sterilizált, majd monokultúrával reinokulált steril talajban a komplex flóra szabályozó hatásának hiányában a képződött — a biológiai aktivitást jelző — széndioxid mennyisége — fajtól függően — azonos lehet a komplex flóra jelenlétében tapasztalattal.

### Irodalom

- [1] BERGEY's Manual of Determinative Bacteriology. 8th Edition. Williams & Wilkins. Baltimore. 1954.
- [2] HORVÁTH, L.: Occurrence of *Fusarium* species in Hungary. Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung. **10**. 347—357. 1975.
- [3] SÜLE, S.: Biotypes of *Agrobacterium tumefaciens* in Hungary. J Appl. Biol. **44**. 207—213. 1978.
- [4] TIMÁR, M. E.: Sterilizált talajok benépesülése baktériumok mono- és vegyes tenyésztével. Agrochimica és Talajtan. **27**. 141—150. 1978.
- [5] TIMÁR, M. E.: Ökológiai diverzitás és a talajflóra diverzitása. Agrochimica és Talajtan. **28**. 265—272. 1979.

Érkezett: 1979. június 27.

### Counts of Propagules and Dynamics of Metabolic Activity in Sterilized and Afterwards Recolonized Soil Samples

É. TIMÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

#### Summary

Changes in the plate counts and metabolic activity of the soil microflora were compared in differently treated subsamples of a brown forest soil top layer, kept in laboratory.

The samples were sterilized by autoclaving then recolonized using i) a suspension made from the original soil and a suspension of a monoculture; ii) suspensions of monocultures only (taken from type culture collections or isolated from the investigated soil).

In the second part of the incubation period glucose was added to the soil samples. It could be proved that the total plate counts of the complex soil flora varied parallel with the changes in the nutrient content of the soil, but the proportions of the counts



of the investigated monocultures within the complex flora were regulated by the other species present: only the population size of the *Bacillus* strain isolated from the investigated soil increased. In other cases the population size of the monocultures, in the presence of the complex flora, stagnated or decreased.

In sterilized soil, later reinoculated with monocultures the quantity of the developed  $\text{CO}_2$  indicating the biological activity may be equal — in the absence of the regulating effect of the complex microflora and according to the species of the monoculture — to that developed in presence of the complex microflora.

*Table 1.*  $\text{LSD}_{5\%}$ -values of the results of Fig. 1., belonging to the single samplings. (1) Species investigated. (2) Length of investigation time, days. (3)  $\text{CO}_2$  mg/10 g soil. (4) Time of sampling, day. (5) Plate counts.

*Fig. 1.* Dynamics of the development of  $\text{CO}_2$  and of the changes in plate counts in a previously sterilized soil sample in the presence of different monocultures, as well as in that of the complex soil flora containing the used monocultures too. Besides the original nutrients of the soil and those released by sterilisation the microflora was even able to use the 500 mg glucose/100 g soil given on the 23rd day (in the case of investigations with *Agrobacterium* and *Fusarium* on the 33rd day, resp.) of the incubation. *A*) Quantity of  $\text{CO}_2$  developed every 48 hours during the investigation period. *B*) Changes in plate counts *a*) of the sterilized, then with a soil suspension containing also the monoculture, recolonized soil; *b*) of sterilized, then with monoculture recolonized soil; *c*) of the wetted, unsterilized soil. *d*) Plate counts of the monoculture in the soil sample recolonized with complex soil flora containing even the monoculture.

## Keimzahl und Dynamik der biologischen Aktivität in sterilisierten und nachträglich rekolonisierten Bodenproben

É. TIMÁR

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

### Zusammenfassung

Die Änderungen in Keimzahl, sowie in biologischer Aktivität der Mikroflora in verschiedenen behandelten Sub-Proben, genommen aus der Ackerkrume eines braunen Waldbodens, wurden im Laboratorium verglichen.

Die Proben wurden im Autoklav sterilisiert und darauf rekolonisiert mit i) der Suspension des ursprünglichen Bodens und der Suspension einer Monokultur; ii) der Suspension von nur der Monokulturen (der Stammsammlung entnommen oder vom benützten Boden isoliert).

Im Laufe des zweiten Teiles der Rekolonisation wurde auch Glukose den Bodenproben zugeführt.

Es konnte festgestellt werden, dass sich die gesamte Keimzahl der komplexen Mikroflora parallel mit dem Nährstoffgehalt des Bodens änderte, der Anteil der Monokulturen innerhalb der komplexen Flora wurde jedoch durch die anwesenden übrigen Arten reguliert: nur die Populationsgrösse des vom untersuchten Boden isolierten *Bacillus* Stammes nahm zu. In anderen Fällen stagnierte oder sogar senkte sich die Populationsgrösse der zur komplexen Flora gemischten Monokulturen.

Die Menge des sich bildenden, die biologische Aktivität anzeigenden  $\text{CO}_2$  kann im sterilisierten und darauf mit einer Monokultur reinokulierten Boden mangels der regulierenden Wirkung der komplexen Flora — von der Mikrobenart abhängig — diejenige erreichen, die nach einer Reinokulation mit der komplexen Flora erhalten wurde.

*Tab. 1.*  $\text{GD}_{5\%}$ -Werte der Messergebnisse von Abb. 1. in den einzelnen Zeitpunkten. (1) Arten. (2) Dauer des Versuches, Tage. (3)  $\text{CO}_2$  mg/10 g Boden. (4) Zeitpunkt der Untersuchung, Tag. (5) Keimzahl.

*Abb. 1.* Dynamik der  $\text{CO}_2$ -Bildung und der Keimzahländerung in Anwesenheit verschiedener Monokulturen, sowie die Monokulturen enthaltender komplexer Bodenflora in vorhergehend sterilisierten Bodenproben. Ausser den ursprünglichen und den infolge der Sterilisation freigesetzten Nährstoffen konnte die Mikroflora auch die während der Inkubation im Falle der mit *Agrobacterium* und *Fusarium* unternommenen Untersuchun-

gen am 33sten Tag, bei den übrigen Arten am 23sten Tag zugeführten 500 mg Glukose/100g Boden verwerten. A) Menge des  $\text{CO}_2$  gebildet in 48-stündigen Zeitabschnitten. B) Änderung der Keimzahl  $\alpha$ ) in der sterilisierten, mit Monokulturen mitbeinhaltender Bodensuspension rekolonisierten Bodenprobe, b) in der sterilisierten, mit Monokulturen rekolonisierten Bodenprobe, c) in der befeuchteten, nicht sterilisierten Bodenprobe. d) Keimzahl der Monokulturen in der mit Monokulturen mitbeinhaltender komplexer Bodenflora rekolonisierten Bodenprobe.

### Динамика биологической активности и изменения числа зародышей в стерилизованных и затем реколонизированных почвенных образцах

Е. ТИМАР

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт

#### Резюме

В ходе исследования проводилось сравнение биологической активности и числа зародышей в почвенных образцах, прошедших тепловую стерилизацию, а затем реколонизированных в одном случае монокультурой, в другом — комплексной микрофлорой.

Полученные результаты показали, что общее число зародышей комплексной флоры изменяется параллельно содержанию в почве питательных веществ, а количественное соотношение популяций изученных монокультур в комплексной флоре определяется регулирующими процессами, связанными с наличием других видов.

За время инкубации при относительно высоком содержании питательных веществ, в присутствии комплексной флоры, размер популяций двух видов из коллекции штаммов не изменялся или они вообще исчезали из почвы. В противоположность этому, популяция вида *Bacillus*, часто встречающегося в почвах взятых для опыта, изолированного из них и использованного вместе с комплексной флорой для реинкуляции, увеличилась параллельно общему числу зародышей.

В стерилизованной и затем инокулированной монокультурами почве, безрегулирующего влияния комплексной флоры количество образованного  $\text{CO}_2$ , характеризующего биологическую активность — в зависимости от вида — может быть равно количеству  $\text{CO}_2$ , образованному в присутствии комплексной флоры.

Рис. 1. Динамика образования  $\text{CO}_2$  и числа зародышей в почвенных образцах предварительно стерилизованных и реинкулированных различными монокультурами, а также монокультурами и комплексной микрофлорой. Кроме исходных, находящихся в почве и освобождаемых при тепловой стерилизации питательных веществ, *Agrobacterium* и *Fusarium* могли усваивать глюкозу, вносимую на 33 день в дозе 500 мг/100 г почвы, другие виды — глюкозу, вносимую на 23 день опыта. А) Количество  $\text{CO}_2$  образованного в ходе опыта за 48-часовые периоды. В) Изменение числа зародышей в ходе опыта. а) Стерильная почва, реколонизированная почвенной суспензией, содержащей и монокультуру. б) Стерильная почва реколонизированная монокультурой. в) Не стерильная увлажненная почва. д) Число зародышей в почвенном образце, реколонизированном комплексной почвенной флорой, содержащей и монокультуру.

Табл. 1. Величины  $\text{СНР}_{\%}$  результатов измерений, приведенных на рисунке 1. (1) Изученные виды (2) Время исследования, день. (3)  $\text{CO}_2$  мг/10 г почвы. (4) Время исследования, день. (5) Число зародышей в шт.